

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2004-263280

(43)Date of publication of application : 24.09.2004

(51)Int.Cl.

C22C 23/00

(21)Application number : 2003-057128

(71)Applicant : TOYOTA CENTRAL RES & DEV  
LAB INC  
TOYOTA MOTOR CORP

(22)Date of filing : 04.03.2003

(72)Inventor : NISHINO NAOHISA  
KANEKO TADATAKA  
KITANO TOMOYASU

(54) CORROSIONPROOF MAGNESIUM ALLOY MEMBER, CORROSIONPROOFING  
TREATMENT METHOD FOR MAGNESIUM ALLOY MEMBER, AND  
CORROSIONPROOFING METHOD FOR MAGNESIUM ALLOY MEMBER

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a corrosionroof  
magnesium alloy member of which any desired part is  
easily made corrosionproof.

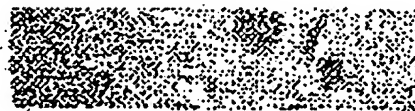
SOLUTION: The corrosionproof magnesium alloy  
member is composed of an Mg-based, alloy-element-  
containing alloy and has an easily corrodible corrosion  
part and a hardly corrodible corrosionproof part, both  
formed on the surface by partially changing the  
corrosionproofness of the member. In the alloy member,  
the preferential corrosion of the corrosion part inhibits  
the corrosion of the corrosionproof part.

(a)



(処理面)

(b)



(未処理面)

## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

BEST AVAILABLE COPY

JP 2004-263280 A 2004.9.24

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-263280

(P2004-263280A)

(43) 公開日 平成16年9月24日(2004.9.24)

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>

C22C 23/00

F1

C22C 23/00

テーマコード (略号)

審査請求 未請求 請求項の数 18 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2003-57128 (P2003-57128)  
 (22) 出願日 平成15年3月4日(2003.3.4)

(71) 出願人 000003609  
 株式会社豊田中央研究所  
 愛知県愛知郡長久手町大字長瀬字横道4-1  
 番地の1  
 (71) 出願人 000003207  
 トヨタ自動車株式会社  
 愛知県豊田市トヨタ町1番地  
 100081776  
 (74) 代理人 弁理士 大川 宏  
 (72) 発明者 西野 隆久  
 愛知県愛知郡長久手町大字長瀬字横道4-1  
 番地の1 株式会社豊田中央研究所内  
 (72) 発明者 金子 忠孝  
 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 防蝕マグネシウム合金部材、マグネシウム合金部材の防蝕処理方法およびマグネシウム合金部材の防蝕方法

(57) 【要約】

【課題】 所望部位の防蝕が容易な防蝕マグネシウム合金部材を提供する。

【解決手段】 本発明の防蝕マグネシウム合金部材は、Mgを主成分とし合金元素を含有したマグネシウム合金からなるマグネシウム合金部材であって、前記マグネシウム合金部材の耐蝕性を部分的に変化させることによってマグネシウム合金部材の表面に形成された、腐蝕の生じ易い腐蝕部と腐蝕の生じ難い耐蝕部とを備えることを特徴とする。この防蝕マグネシウム合金部材では、腐蝕部が優先的に腐蝕することで、耐蝕部の腐蝕が抑止される。

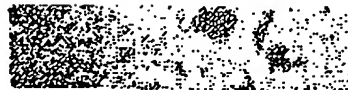
【選択図】 図1

(a)



(処理面)

(b)



(未処理面)

(2)

JP 2004-263280 A 2004.9.24

## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

マグネシウム (Mg) を主成分とし合金元素を含有したマグネシウム合金からなるマグネシウム合金部材であって、  
前記マグネシウム合金部材の耐蝕性を部分的に変化させることによって、該マグネシウム合金部材に部分的に形成された腐蝕の生じ易い腐蝕部と腐蝕の生じ難い耐蝕部とを備え、  
該耐蝕部よりも該腐蝕部を優先的に腐蝕させることを特徴とする防蝕マグネシウム合金部材。

## 【請求項 2】

前記腐蝕部および／または前記耐蝕部は、前記マグネシウム合金部材の少なくとも表面近傍の金属組織および／または合金組成を変化させてなる請求項 1 に記載の防蝕マグネシウム合金部材。 10

## 【請求項 3】

前記耐蝕部の金属組織は、前記腐蝕部の金属組織よりも前記合金元素の化合物が微細に晶出または析出している請求項 2 に記載の防蝕マグネシウム合金部材。

## 【請求項 4】

前記耐蝕部の金属組織は、該金属組織の粗さを指標するデンドライト間隔が前記腐蝕部の金属組織に対して  $1/2$  以下である請求項 3 に記載の防蝕マグネシウム合金部材。

## 【請求項 5】

前記腐蝕部の金属組織は、前記合金元素の化合物が消失して該合金元素が固溶した状態となっている請求項 2 に記載の防蝕マグネシウム合金部材。 20

## 【請求項 6】

前記合金元素は、前記マグネシウム合金の耐蝕性を向上させる耐蝕性元素である請求項 1、2、3 または 5 に記載の防蝕マグネシウム合金部材。

## 【請求項 7】

前記耐蝕性元素は、前記腐蝕部中よりも前記耐蝕部中に高濃度で存在している請求項 6 に記載の防蝕マグネシウム合金部材。

## 【請求項 8】

前記耐蝕性元素は、アルミニウム (Al)、亜鉛 (Zn)、マンガン (Mn)、希土類元素 (以下、「R、E.」という。)、イットリウム (Y) またはストロンチウム (Sr) のいずれか 1 種以上である請求項 6 または 7 に記載の防蝕マグネシウム合金部材。 30

## 【請求項 9】

前記合金元素は、前記マグネシウム合金の腐蝕を促進させる腐食性元素であり、  
該腐食性元素が前記耐蝕部よりも前記腐蝕部に高濃度で存在している請求項 1 または 2 に記載の防蝕マグネシウム合金部材。

## 【請求項 10】

前記腐食性元素は、鉄 (Fe)、ニッケル (Ni)、銅 (Cu)、クロム (Cr)、チタン (Ti)、リチウム (Li)、ナトリウム (Na)、ジルコニウム (Zr)、バナジウム (V)、モリブデン (Mo)、コバルト (Co)、カルシウム (Ca)、銀 (Ag)、錫 (Sn)、アンチモン (Sb)、ホウ素 (B)、炭素 (C) またはリン (P) のいずれか 1 種以上である請求項 9 に記載の防蝕マグネシウム合金部材。 40

## 【請求項 11】

Mg を主成分とし合金元素を含有したマグネシウム合金からなるマグネシウム合金部材の耐蝕性を部分的に改質することによって、該マグネシウム合金部材の表面に腐蝕の生じ易い腐蝕部と腐蝕の生じ難い耐蝕部とを形成することを特徴とするマグネシウム合金部材の防蝕処理方法。

## 【請求項 12】

前記腐蝕部および／または前記耐蝕部は、前記マグネシウム合金部材の少なくとも表面近傍の金属組織および／または合金組成を変化させる改質工程からなる請求項 11 に記載の防蝕マグネシウム合金部材。 50

(3)

JP 2004-263280 A 2004.9.24

## 【請求項 13】

前記改質工程は、前記マグネシウム合金部材の少なくとも一部の表面近傍を加熱して溶解させる溶解工程と、  
該溶解工程後の溶解部分を急冷凝固させる凝固工程とからなり、  
該凝固工程後の凝固部分を前記耐蝕部とする請求項 12 に記載のマグネシウム合金部材の防蝕処理方法。

## 【請求項 14】

前記溶解工程は、溶解した部分に前記マグネシウム合金の耐蝕性を向上させる耐蝕性元素を添加する添加工程を含む請求項 13 に記載のマグネシウム合金部材の防蝕処理方法。

## 【請求項 15】

前記溶解工程は、レーザ溶解、TIG 溶解、MIG 溶解または電子ビーム溶解のいずれかにより行う工程である請求項 13 または 14 に記載のマグネシウム合金部材の防蝕処理方法。

## 【請求項 16】

前記改質工程は、前記マグネシウム合金部材の少なくとも一部の表面近傍を固相状態を維持しつつ加熱する加熱工程と、  
該加熱工程後のマグネシウム合金部材を冷却する冷却工程とからなり、  
該加熱工程で加熱された部分を前記腐蝕部とする工程である請求項 12 に記載のマグネシウム合金部材の防蝕処理方法。

## 【請求項 17】

前記加熱工程は、前記マグネシウム合金部材の表面近傍に圧接した接触子を高速摺動させたときに生じる摩擦熱によって加熱する工程である請求項 16 に記載のマグネシウム合金部材の防蝕処理方法。

## 【請求項 18】

Mg を主成分とし合金元素を含有したマグネシウム合金からなるマグネシウム合金部材の防蝕方法であって、  
前記マグネシウム合金部材の耐蝕性を部分的に変化させることによって、該マグネシウム合金部材の表面に腐蝕の生じ易い腐蝕部と腐蝕の生じ難い耐蝕部とを形成し、  
該腐蝕部を優先的に腐蝕させることで該耐蝕部の腐蝕を抑止することを特徴とするマグネシウム合金部材の防蝕方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

## 【発明の属する技術分野】

本発明は、耐蝕性を著しく向上させ得る防蝕マグネシウム合金部材と、そのマグネシウム合金部材の防蝕処理方法およびその防蝕方法に関するものである。

## 【0002】

## 【従来の技術】

マグネシウムは、実用金属中で最も軽量で比強度に優れると共に、資源が豊富で、リサイクル性にも優れる。このため、軽量化や環境負荷の低減等が強く求められる昨今、マグネシウムは有望な金属材料であり、各種分野の各種製品に、マグネシウムまたはマグネシウム合金が使用されつつある。

例えば、自動車分野では、マグネシウム合金製のカバー類やホイールなどが開発されており、軽量化に伴う省エネルギー化や運動性能の向上等が図られている。また、電気機器分野でも、ノート型パソコンや携帯電話等のケースにマグネシウム合金が使用され、モバイル機器のさらなる軽量化やリサイクル化が図られている。

## 【0003】

ところが、マグネシウムは、非常に活性な金属であり、実用金属中で最も電位的に卑な金属（つまり、イオン化傾向が大きい金属）である。そして、マグネシウム自体が耐蝕性を有する緻密な酸化被膜を形成することもない。このため、純マグネシウムは勿論、マグネシウム合金は非常に耐蝕性に劣るものであった。従ってそれらの実用化や用途拡大には、

(4)

JP 2004-263280 A 2004.9.24

耐蝕性の確保が欠かせない。これまでは主に、化成被膜、陽極酸化被膜、めっき、塗装等の耐蝕性に優れた耐蝕性被膜をマグネシウム合金部材等の表面に設けることで対処していた。このような耐蝕性被膜に関する開示は、例えば、下記の特許文献1および2にある。

【0004】

【特許文献1】

特表平11-502567号公報

【特許文献2】

特開2000-345370号公報

【特許文献3】

特開平5-171333号公報

19

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

しかし、上記耐蝕性被膜は一般的に薄く、また、密着性も十分とは限らないため、耐蝕性被膜の剥付きや剥離等によって母材が露出してしまうことも多い。その場合、その露出部分から腐蝕が激しく進行するため、マグネシウム合金部材の耐蝕性に対する信頼性は自ずと低いものとなっている。

また、一つのマグネシウム合金部材であっても、一部分の表面のみが腐蝕環境下に曝されることも多い。この場合、その腐蝕環境下にある表面にのみ塗膜等の耐蝕性被膜を設けることも考えられる。しかし、耐蝕性被膜のある部分とない部分とを形成すると、両者の境界付近で、腐蝕が被膜と母材との界面から母材内部へ進行していく。従って、従来の耐蝕性被膜では、マグネシウム合金部材の防蝕を部分的に行うことも困難であった。また、化成被膜や陽極酸化被膜等は、部分的な形成自体が困難である。

20

【0006】

この他、マグネシウム合金部材の防蝕策として、上記特許文献3にはマグネシウム合金自体の耐蝕性を高めたものが提案されている。しかし、このようなマグネシウム合金でも、結局は、腐蝕環境下にある表面側から優先的に腐蝕が生じることに変わりなく、マグネシウム合金部材の防蝕の信頼性を必ずしも高められるものではない。

さらに、犠牲腐蝕を利用した金属材料の防蝕方法が従来から広く知られているが、これをマグネシウム合金部材に適用することは困難である。何故なら、前述したように、Mgは最も電位的に卑な金属で、実用上マグネシウム合金等の犠牲となる別の材料が現状ないからである。

30

【0007】

本発明は、このような事情に鑑みて為されたものであり、優れた耐蝕性を発揮する防蝕マグネシウム合金部材を提供することを目的とする。また、その防蝕マグネシウム合金部材を得るのに好適なマグネシウム合金部材の防蝕処理方法を提供することを目的とする。さらには、マグネシウム合金部材の防蝕方法自体をも提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段および発明の効果】

そこで、本発明者はこの課題を解決すべく鋭意研究し、試行錯誤を重ねた結果、マグネシウム合金の腐蝕度が金属組織や合金組成に強く依存することに着眼して、マグネシウム合金部材中に耐蝕性の異なる部位を金属組織や合金組成を変化させることによって設けることを新たに思い付き、これを発展させて本発明を完成するに至った。

40

(防蝕マグネシウム合金部材)

すなわち、本発明の防蝕マグネシウム合金部材は、Mgを主成分とし合金元素を含有したマグネシウム合金からなるマグネシウム合金部材であって、前記マグネシウム合金部材の耐蝕性を部分的に変化させることによって該マグネシウム合金部材の表面に形成された、腐蝕の生じ易い腐蝕部と腐蝕の生じ難い耐蝕部とを備え、該耐蝕部よりも該腐蝕部を優先的に腐蝕させることを特徴とする。

【0009】

本発明の防蝕マグネシウム合金部材は、腐蝕の生じ易い腐蝕部と腐蝕の生じ難い耐蝕部と

50

(5)

JP 2004-263280 A 2004.9.24

を同一部材中にもち、腐蝕部が耐蝕部よりも優先的に腐蝕する。これにより、腐蝕部がいわゆる犠牲腐蝕を生じて、耐蝕部の耐蝕性が著しく向上する。現に、腐蝕部が存在する限りにおいて、耐蝕部の腐蝕は全くといって良い程進行しない。

このように耐蝕部を腐蝕部と区画して設けることで、必要な部位のみを耐蝕することも容易となる。例えば、外観、強度等の確保が必要な部分を耐蝕部とし、予め腐蝕を生じて問題のない部分を腐蝕部とすれば良い。具体的には、部材表側に耐蝕部を設け、目立たない部材裏側等に腐蝕部を設けたり、長期にわたる強度保証等が要求される部位に耐蝕部を設け、強度等に関係のない部位（犠牲部位）に前記保証の程度に応じた量（例えば、肉厚）の腐蝕部を設ければ良い。

【0010】

19

また、マグネシウム合金部材をアルミニウム合金部材や鉄鋼部材等と接合する場合でも、その接合部を上記耐蝕部とし、別の部位にある腐蝕部を優先的に犠牲腐蝕させることで、異種金属間の電位等も防止できる。

このような耐蝕部や腐蝕部の具体的な形成方法等は問わないが、例えば、所望形状のマグネシウム合金部材を製造した後に、そのマグネシウム合金部材の少なくとも表面近傍の金属組織や合金組成を部分的に変化させる改質工程により形成しても良い。その他、マグネシウム合金部材の鍛造と同時に耐蝕部および腐蝕部を形成しても良い。

【0011】

（マグネシウム合金部材の防蝕処理方法）

本発明は、上記防蝕マグネシウム合金部材としてのみならず、マグネシウム合金部材の防蝕処理方法としても把握できる。

すなわち、本発明は、Mgを主成分とし合金元素を含有したマグネシウム合金からなるマグネシウム合金部材の耐蝕性を部分的に改質することによって、該マグネシウム合金部材の表面に腐蝕の生じ易い腐蝕部と腐蝕の生じ難い耐蝕部とを形成することを特徴とするマグネシウム合金部材の防蝕処理方法としても良い。

【0012】

この方法によれば、既存のマグネシウム合金部材へも容易に適用でき、所望部分の防蝕を簡易に行える。具体的には、鍛造等されたマグネシウム合金部材の表面近傍にある金属組織や合金組成を、後から改質することで、所望部位に耐蝕部および腐蝕部を形成できる。

なお、耐蝕部または腐蝕部の厚さが比較的薄い場合、本発明の防蝕処理方法はマグネシウム合金部材の表面処理方法と観ることも可能である。

【0013】

（マグネシウム合金部材の防蝕方法）

本発明は、上記防蝕マグネシウム合金部材やその防蝕処理方法としてのみならず、マグネシウム合金部材の防蝕方法自体としても把握できる。

すなわち、本発明は、Mgを主成分とし合金元素を含有したマグネシウム合金からなるマグネシウム合金部材の防蝕方法であって、前記マグネシウム合金部材の耐蝕性を部分的に変化させることによって、該マグネシウム合金部材の表面に腐蝕の生じ易い腐蝕部と腐蝕の生じ難い耐蝕部とを形成し、該腐蝕部を優先的に腐蝕させることで該耐蝕部の腐蝕を抑制することを特徴とするマグネシウム合金部材の防蝕方法としても把握できる。

40

【0014】

ところで、本明細書でいう耐蝕部や腐蝕部の腐蝕度合および金属組織や合金組成の相違はあくまでも相対的なものであって絶対的なものではない。本発明のマグネシウム合金部材では、腐蝕部の犠牲によって耐蝕部の腐蝕が抑止されれば十分だからである。そして、耐蝕部および腐蝕部の形成に際して、いずれか一方を形成すれば十分であり、両方を積極的に形成する必要は必ずしもない。一部分でも金属組織や合金組成に相違が生じれば、自ずと腐蝕度合に優劣がつき、自動的に耐蝕部と腐蝕部とが決るからである。

但し、いずれにしても、耐蝕部および腐蝕部はマグネシウム合金部材の少なくとも表面近傍にないと意味がない。腐蝕環境下にあるマグネシウム合金部材の腐蝕は表面から生じるからである。

59

(6)

JP 2004-263280 A 2004.9.24

## 【0015】

本明細書でいうマグネシウム合金部材自体は、その形状や製造過程等を問わない。板状、棒状、管状、塊状等いずれでも良い。また、原素材でも、中間素材でも、最終製品でも良い。またこのマグネシウム合金部材には、一般的にいわれるマグネシウム合金も含まれる。

## 【発明の実施の形態】

次に、実施形態を挙げ、本発明をより詳しく説明する。

## (1) 耐蝕部と腐蝕部

耐蝕部は腐蝕部に比べて腐蝕し難い部分であり、逆に腐蝕部は耐蝕部に比べて腐蝕し易い部分であって、前述したように両者の腐蝕の程度は相対である。いずれもその大きさ、厚さ、深さ等を問わず、少なくともマグネシウム合金部材の表面近傍に存在すれば十分である。

## 【0016】

ところで、マグネシウム合金の腐蝕の程度はその金属組織や合金組成に大きく依存する。例えば、微細な金属組織であればある程、腐蝕の進行は遅い。さらに、その金属組織中に、Al等の合金元素からなる化合物やこれら合金元素が高濃度に偏在した部位が微細に分散していると、その化合物や合金元素偏在部位が腐蝕抵抗となって腐蝕が抑止され耐蝕部を形成する。

## 【0017】

一方、その金属組織中に、Fe、Cu、Ni等の合金元素からなる化合物等が存在すると、その化合物が腐蝕を促進させ腐蝕部を形成する。

これらの観点から、例えば、耐蝕部の金属組織は、金属組織の粗さを指標するデンドライト間隔が前記腐蝕部の金属組織に対して1/2以下、1/5以下さらには1/10以下であると好適である。ここで、デンドライト間隔とは、マグネシウム合金を鋳造したときに形成されるデンドライト組織（樹枝状組織）の枝間隔距離であって、組織写真において観察される2次のデンドライト樹枝間の距離を測定し、その平均値を算出したものである。

## 【0018】

また、この耐蝕部の金属組織が、腐蝕部の金属組織よりも合金元素の化合物が微細に晶出または析出したものであれば好適である。逆に、腐蝕部の金属組織が、前記合金元素の化合物の消失によって合金元素が均一に固溶した状態となっているものも同様に好適である。すなわち、腐蝕抵抗となる化合物が微細分散している方が耐蝕部で、そうでない方が腐蝕部となる。

## 【0019】

この腐蝕抵抗となり得る化合物や高濃度偏在部位を形成する合金元素は、マグネシウム合金の耐蝕性を特に向上させる耐蝕性元素であれば好適である。このような耐蝕性元素には、例えば、アルミニウム（Al）、亜鉛（Zn）、マンガン（Mn）、希土類元素（R、E）、イットリウム（Y）またはストロンチウム（Sr）等があり、前記化合物はそれらの1種または2種以上から構成されると良い。耐蝕性元素の種類に応じて、腐蝕抵抗となる化合物は異なり、例えば、Mg-Al化合物、Mg-Al-Zn化合物、Al-R、E、化合物、Al-Mn-R、E、化合物、Al-Mn-Y化合物、Al-Y化合物、Al-Si化合物、Al-Mg化合物等がある。

## 【0020】

この耐蝕性元素の化合物や高濃度偏在部位は、前記腐蝕部中よりも前記耐蝕部中に高濃度で存在している程好ましいのは言うまでもない。

また、耐蝕部における化合物や高濃度偏在部位の微細な程度は、前述したデンドライト間隔とほぼ同様に考えれば良い。例えば、化合物の場合、マグネシウム合金の溶湯が凝固する際に非平衡凝固することで、結晶粒間やデンドライト組織間に晶出することが多い。このため、デンドライト組織等が微細であれば晶出する化合物も微細となる。勿論、マグネシウム合金部材に施す熱処理によって金属組織は異なるが、金属組織が微細なら化合物も微細となり金属組織が粗大なら化合物も粗大となるのが一般的である。

(7)

JP 2004-263280 A 2004.9.24

## 【0021】

一方、腐蝕部について観ると、マグネシウム合金の腐蝕を促進させる腐食性元素（合金元素）が、前記耐蝕部よりも前記腐蝕部に高濃度で存在していると好ましい。例えば、腐食性元素の化合物が高濃度に析出または晶出したものであれば好適である。このような腐食性元素には、鉄（Fe）、ニッケル（Ni）、銅（Cu）、クロム（Cr）、チタン（Ti）、リチウム（Li）、ナトリウム（Na）、ジルコニウム（Zr）、バナジウム（V）、モリブデン（Mo）、コバルト（Co）、カルシウム（Ca）、銀（Ag）、錫（Sn）、アンチモン（Sb）、ホウ素（B）、炭素（C）またはリン（P）等があり、前記化合物がこれらの1種または2種以上の元素から構成されると良い。

## 【0022】

10

## (2) 防蝕処理方法

上記耐蝕部と腐蝕部との形成には種々の方法が考えられる。例えば、マグネシウム合金部材を製造する際に部分的に冷却速度を変化させて、金属組織が微細な耐蝕部と金属組織が粗大な腐蝕部とを一工程で設けることも考えられる。また、金属組織の異なるマグネシウム合金を接合して耐蝕部と腐蝕部とを備えた一つのマグネシウム合金部材を形成することも考えられる。

さらに好適な方法として、マグネシウム合金部材の表面近傍の金属組織や合金組成を改質する方法がある。これによれば、所望の部位を耐蝕部や腐蝕部とすることを比較的自由にできる。以下、この金属組織や合金組成を改質する方法について説明する。

## 【0023】

20

先ず、耐蝕部を形成する場合であれば、マグネシウム合金部材の少なくとも一部の表面近傍を加熱して溶解させる溶解工程と、溶解工程後の溶解部分を急冷凝固させる凝固工程とからなる改質工程を行えば良い。この場合、凝固工程後の凝固部分がほぼ耐蝕部となる。

## 【0024】

このときの溶解の程度は、マグネシウム合金部材が表面からせいぜい0.1～3.0mm程度溶解すれば十分である。また、急冷凝固の程度は特に限定されず、敢ていうなら腐蝕部よりも微細な金属組織となる冷却速度であれば良い。もっとも、マグネシウム合金はもとより比熱が小さく熱伝導性に優れる。このため、マグネシウム合金部材の一部を溶解した後の冷却工程は、特殊な冷却方法を講じるまでもなく、マグネシウム合金部材中の熱伝導等によって十分に大きな冷却速度となる。従って、通常、溶解、凝固させた部分は、少なくともその周囲よりも金属組織が十分に微細となる。

## 【0025】

上記溶解工程は、例えば、レーザ溶解、TIG（Tungsten Inert Gas）溶解、MIG（Metal Inert Gas）溶解または電子ビーム溶解等のいずれかにより行うことができる。ここで、TIG溶解およびMIG溶解は、アルゴン（Ar）またはヘリウム（He）等の不活性ガス雰囲気中で、電極とマグネシウム合金部材（母材）間にアークを発生させて、マグネシウム合金部材を溶融させるものである。TIG溶解は電極がタングステンからなり非溶極式であるが、MIG溶解はこの電極を溶極式としたものである。

## 【0026】

40

さらにこの溶解工程中に前記耐蝕性元素を添加する添加工程を含めると好適である。これにより、金属組織中における耐蝕性元素の化合物濃度が局部的に高い耐蝕部が容易に得られる。耐蝕性元素の供給方法は、溶解の容易な粉末を用いるのが好ましいが、上記MIG溶解のように溶極を利用しても良い。また、耐蝕性元素は単体として供給されても良いが、Mg等との合金として供給されても良い。なお、Mgは非常に活性な金属であるところ、溶解工程等は真空雰囲気や不活性ガス雰囲気のような非酸化性雰囲気で行うのが好ましいのは言うまでもない。

## 【0027】

次に、腐蝕部を形成する場合、マグネシウム合金部材の少なくとも一部の表面近傍を固相状態を維持しつつ加熱する加熱工程と、この加熱工程後のマグネシウム合金部材を冷却す

50



(8)

JP 2004-263280 A 2004.9.24

る冷却工程とからなる改質工程を行うと好適である。この加熱工程で加熱された部分がほぼ腐蝕部となる。このときの加熱も、マグネシウム合金部材の表面からせいぜい0.1～3mm程度で為されれば十分である。

この加熱工程によって、腐蝕部となる金属組織が粗大化されたり、金属組織中に存在していた化合物が消失したりする。化合物が消失するのは、合金元素がMgの結晶粒中に固溶するためである。逆に言えば、上記加熱工程は、その化合物が消失する程度に加熱するものであるのが好ましい。

【0028】

もっとも、このような加熱を局所的に行うのは必ずしも容易ではないが、例えば、固相拡散処理(FST)等を利用して上記加熱工程を行うことができる。これは、マグネシウム合金部材の表面近傍に圧接した接触子(撈拌子等)を高速摺動させたときに生じる摩擦熱によって加熱するものである。これに依ると、化合物の消失した金属組織(つまりは合金元素が拡散した金属組織)が容易に形成され得る。なお、この場合の冷却工程における冷却速度は、特に問わない。勿論、その冷却速度が小さい程、金属組織が粗大化して腐蝕部としては好適な金属組織となる。

【0029】

(3) 用途

本発明によれば、優れた耐蝕性をマグネシウム合金部材の所望部位に自在に確保できるので、各種ケース類や構造部材等、種々の製品に用いることができる。

【0030】

【実施例】

次に、実施例を挙げて、本発明をより具体的に説明する。

(第1実施例)

高圧金型鋳造したAZ91D(JIS)合金製の鋳物(マグネシウム合金部材)から板状の試験片(30×10×5mm)を切り出した。

この試験片の組織を光学顕微鏡で観察したところ、 $\alpha$ -Mgが晶出物に囲まれた金属組織が観察された。この $\alpha$ -Mgのデンドライト間隔は平均で約300 $\mu$ mであった。

【0031】

次に、この試験片を銅塊上に固定して、一方の表面にCO<sub>2</sub>レーザを線上に幾重にも照射し、溶解した(レーザ溶解、溶解工程)。レーザ溶解の条件はレーザ出力2.5kW、走査速度2500mm/min、パスピッチ2.5mmとした。

なお、レーザ照射の1行程あたりの溶解領域は、極狭いものであった(幅2.8mm×深さ約1mm)。また、溶解した部分も、直ぐに再凝固した(凝固工程)。なお、試験片を銅塊上に固定したのは、この再凝固時の冷却速度を大きくするためであった。

【0032】

こうして得られた溶解、再凝固部分の金属組織を光学顕微鏡で観察したところ、その結晶粒は微細化していた(組織改質、防蝕処理)。具体的には、その部分のデンドライト間隔は平均で約3 $\mu$ mであった。これは、未処理側の約1/100である。

【0033】

次に、この処理がなされた試験片の表面を研磨して平坦にした。この試験片全体を5%NaCl水溶液中に浸漬して、腐蝕試験に供した。100時間浸漬後、その水溶液中から試験片を取り出して、試験片の両面を目視により観察した。すると、図1(a)に示すように、レーザ照射して溶解、再凝固させた表面は腐蝕が全く観察されなかった。一方、図1(b)に示すように、その処理を施さなかった裏面側では、腐蝕が激しく生じていた。

【0034】

このことから、溶解、再凝固させた試験片の表面側には本発明でいう耐蝕部が形成され、その裏面側には腐蝕部が形成されていたことが解る。そして、腐蝕部が耐蝕部よりも優先して犠牲的に腐蝕することで、耐蝕部の耐蝕性が確保されたと考えられる。

【0035】

(第2実施例)

(9)

JP 2004-263280 A 2004.9.24

第1実施例と同様にして、板状の試験片（100 x 50 x 10 mm）を用意した。この試験片に、上記レーザー溶解に替えてTIG溶解を施し、同様の改質工程を行った。TIG溶解の条件は、処理電流：300 A、シールドガス：アルゴン（Ar）、トーチ移動速度：100 mm/min、トーチと試験片の距離：2.6 mmとした。このときの溶融深さは約1.5 mmであった。また、一行程あたりの溶解幅は4.5 mmであった。この溶解、再凝固によって、試験片の表面近傍の金属組織は微細化し、デンドライト間隔の平均は約6  $\mu$ mであった。これは、未処理側の1/5に相当する。

【0036】

この試験片に対しても、第1実施例と同様の腐蝕試験を行ったところ、同様の傾向を示した。すなわち、処理した表面側に形成された耐蝕部は腐蝕せず、未処理の裏面側に結果的に形成された腐蝕部が激しく腐蝕した。

処理部ではMg-Al化合物が $\alpha$ -Mgのデンドライト間を埋めるように微細に分散して晶出していた。

【0037】

（3）第3実施例

第1実施例と同様の試験片を用意した。但し、この試験片の平均結晶粒径は約30  $\mu$ mであった。

この試験片を固定して、鋼製の攪拌子（接触子）を用いた固相攪拌処理（FST）を行った。この処理条件は、回転速度1000 rpm、送り速度80 mm/minとした。

【0038】

この処理深さは約1 mm、その幅は3 mmとした。この処理した部分の平均結晶粒径は約10  $\mu$ mで、金属組織自体は微細化していた。但し、この処理中の温度上昇に伴い、晶出等していた化合物が消失し、Al等の合金元素の均一化が生じた。

【0039】

こうして得られた試験片にも第1実施例と同様の腐蝕試験を施した。すると、第1実施例や第2実施例とは逆に、図2（a）に示すように処理した表面側で激しい腐蝕が生じ、図2（b）に示すように未処理の裏面側で腐蝕がほとんど生じなかった。

このことから、試験片に固相攪拌処理を施した表面側には本発明でいう腐蝕部が形成され、その裏面側には結果的に耐蝕部が形成されていたことになる。そして、その腐蝕部の優先的な犠牲腐蝕によって、耐蝕部の耐蝕性が確保されたと考えられる。

【0040】

本実施例の結果から、本発明でいう耐蝕部と腐蝕部との関係は、単に結晶粒径の大きさのみによって決定されるものではなく、腐蝕抵抗となる化合物の存在によっても大きく左右されることが明らかとなった。また、合金元素（本実施例ではAlやZn）が化合物等として金属組織中に偏在している状態にある程、腐蝕が進行し難く、逆に固溶等によって合金元素が金属組織中に均一的に存在すると腐蝕が進行し易くなることも明らかとなった。これを利用して、例えば、耐蝕部では合金元素が化合物等の形態で偏在した状態とし、腐蝕部では合金元素が固溶等によって均一に存在した状態とするのも有効である。

【0041】

なお、上記実施例で使用したAZ91D合金の場合、腐蝕抵抗のより大きな晶出物はMg-Al化合物である。

【図面の簡単な説明】

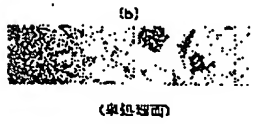
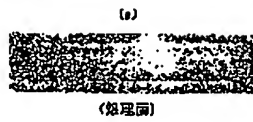
【図1】本発明の第1実施例に係る試験片の腐蝕試験後の様子を示す写真であり、同図（a）は処理面側を示し、同図（b）は未処理面側を示す。

【図2】本発明の第3実施例に係る試験片の腐蝕試験後の様子を示す写真であり、同図（a）は処理面側を示し、同図（b）は未処理面側を示す。

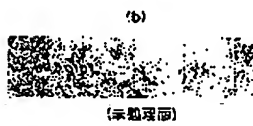
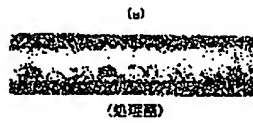
(10)

JP 2004-263280 A 2004.9.24

【図 1】



【図 2】



(11)

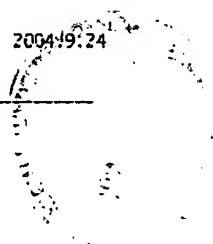
JP 2004-263280 A 2004.09.24

---

フロントページの続き

(72)発明者 北野 智端

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**